

H16/A02 周波数領域両耳聴モデルの応用に関する研究(1節 共同プロジェクト研究の理念と概要, 第4章 共同プロジェクト研究)

雑誌名	東北大学電気通信研究所研究活動報告
巻	13
ページ	104-106
発行年	2007-08
URL	http://hdl.handle.net/10097/40628

周波数領域両耳聴モデルの応用に関する研究

[1]組織

代表者:宇佐川 毅

(熊本大学大学院自然科学研究科)

対応者:鈴木 陽一

(東北大学電気通信研究所)

分担者:

菅木 禎史

(熊本大学大学院自然科学研究科)

江端 正直

(熊本電波高専)

中島 栄俊

(熊本電波高専)

研究費:校費 27.8 万円, 旅費 25 万円

[2]研究経過

周波数領域両耳聴モデルは、人間の聴覚機能のうち、特に両耳聴条件での音源の定位能力と、それに依拠した特定音源信号への注意集中による検出能力の向上を模擬した計算機モデルである。このモデルは、現在開発途上ではあるが、その基礎的な特性の向上により、補聴器をはじめとする広い応用分野が想定される。

本プロジェクトは、本年度が第3年目であった。これまでに、この周波数領域両耳聴モデルの性能向上と、医療福祉分野を中心とした応用システムの開発を目的として、周波数両耳聴モデルの応用の一例である両耳補聴システムへの適用の可能性を探った。また、両耳補聴システムで必要となるハウリングキャンセル機能の検討を行っている。シミュレーションの結果、左右 30° 以上の範囲では、5 dB 以上の抑圧ができることが確認できている。また、両耳から得られた信号からハウリングを抑圧するアルゴリズムの開発も行った。結果、複数の周波数で発生したハウリングを同時に抑圧できた。

本年度は、これまでの成果を踏まえながら、両耳補聴システムに必要な両耳間通信について検討を行った。

[3]成果

(3-1)研究成果

DPCM によって信号を圧縮した場合、周波数特性に変化が生じる。提案する周波数領域両耳聴モデルは、入力された信号を FFT で周波数領域に変換し、方向推定および分離を行う。そのため、システムの性能は、圧縮処理における周波数特性の変化の影響を受けるものと考えられる。そこで入力信号として DPCM によって圧縮された信号を用いた場合の両耳補聴システムの性能を、指向特性の観点から評価する。指向特性は、任意のターゲットの方向角に対し、その他の方向角の入力信号に対する出力信号の減衰量として表現される。復号 PCM を入力に利用する手法を図 1 に、DPCM 信号を入力信号として利用する手法を図 2 に示す。入力信号はドライソースと B&K ダミーヘッドに補聴システムを装着した際の HRTF を畳み込んだ信号とした。また、サンプリング周波数は 16 kHz であり、FFT フレーム長は 512、オーバーラップは 1/4 フレームシフトである。両耳補聴システムがターゲットとする

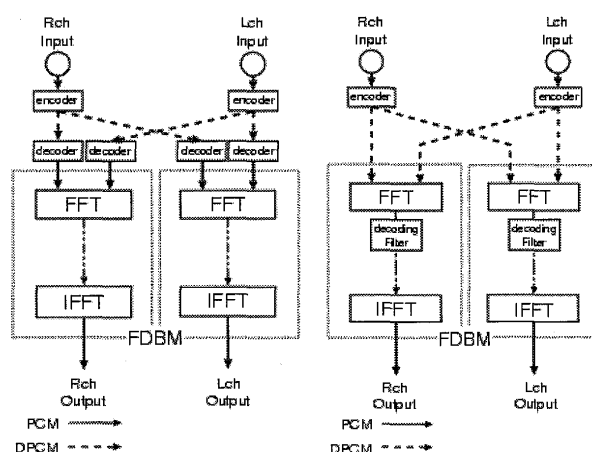


図1 復号 PCM 入力

図2 DPCM 入力

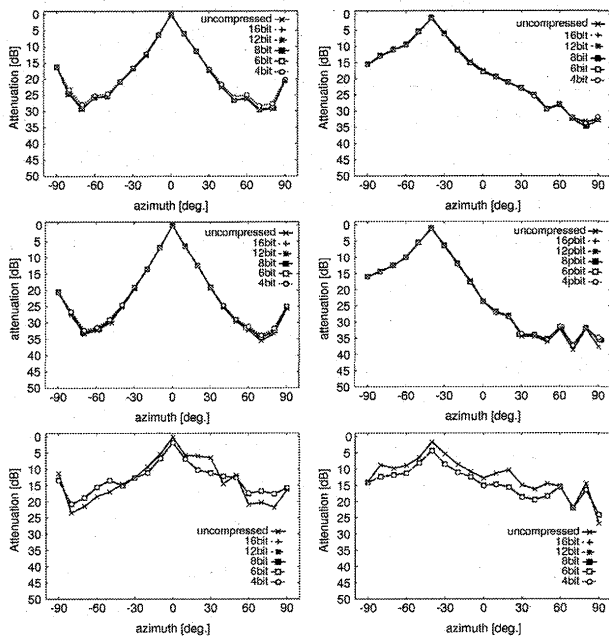


図3 復号 PCM 入力（上段:男声, 中段:女声, 下段:ホワイトノイズ;左図:0°, 右図:-40°）

方向を、仰角 0°, 方向角 0° または -40° とし、各方向角における減衰特性は、-90° から 90° の範囲で、10° 間隔で測定した。指向特性は男声、女声、ホワイトノイズの 3 種類について検討した。

a) 復号 PCM 信号を用いたシミュレーション

入力信号を両チャンネルともに DPCM 信号（量子化ビット数 2 から 16 bit）からの復号 PCM 信号を用いた場合の両耳補聴システムの減衰特性を、図 3 に示す。対象音源の方向を、仰角は 0° とし、方向角は、左図は 0°, 右図は -40° の場合の結果である。各図から減衰特性において、男声、女声では、量子化ビット数が小さくなった場合でも、対象音源の方向では、入力が非圧縮信号の場合と同等の性能が得られている。また、対象音源の方向以外でも、非圧縮信号の場合とほぼ同程度の性能が得られている。一方、ホワイトノイズにおいては、対象音源の方向で、量子化ビット数にかかわらず、非圧縮信号を用いた場合に比べ減衰量が減少している。また、対象音源の方向から離れるにつれて減衰量は増加している。これは、ホワイトノイズが音声に比べて高域の成分を多く含んでいるため、圧縮の際に過負荷雑音等の影響を多く受け、信号の特性が変

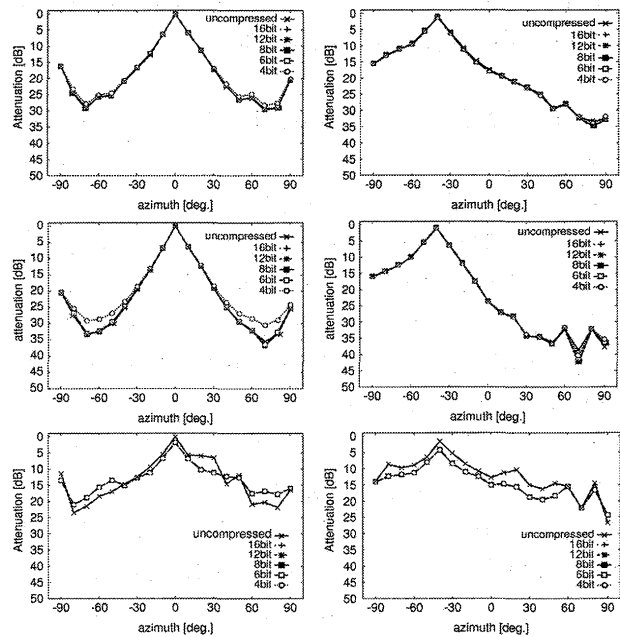


図4 DPCM 入力（上段:男声, 中段:女声, 下段:ホワイトノイズ;左図:0°, 右図:-40°）

化したためと考えられる。処理音を聴取すると、男声では、対象音源の方向においてはほとんど抑圧されていないことが確認できた。しかし、量子化ビット数が 8 ビット以下から、圧縮による雑音の混入が確認された。また、対象音源の方向角以外で、減衰量の大きい方向の処理音を聴取すると、6 ビット程度からミュージカルノイズの混入が確認された。

b) DPCM 信号を用いたシミュレーション

入力信号に両チャンネルともに DPCM 信号（量子化ビット数 2 から 16 bit）を用いた場合の両耳補聴システムの減衰特性を、図 4 に示す。対象音源の方向を、仰角は 0° とし、方向角は、左図は 0°, 右図は -40° 方向とした場合の結果である。各図から、減衰特性に関して復号 PCM 信号を用いた場合と同様に、男声、女声では、量子化ビット数を低くした場合でも、対象音源の方向においては、原信号の場合と同等の性能が得られていることが分かる。ホワイトノイズに関しても、同様の結果である。対象音源の方向以外において、方向角 70° 付近で非圧縮信号での減衰量より減少している。処理音を聴取した結果、復号 PCM 信号の場合と同様に、8 ビット程度から量子化による雑音の混入が観測されはじめ、減衰量の大きい

方向の処理音では、6 ビット程度からミュージカルノイズの混入が確認された。

以上の結果より、両耳補聴システムの入力信号として、DPCM 信号からの復号 PCM 信号および DPCM 信号のそれぞれを用いた場合の両耳補聴システムの性能に関して検討を行った。結果、復号 PCM 信号を入力した場合、男声、女声において、量子化ビット数を小さくした場合は、対象音源の方向において信号は減衰されず、非圧縮信号の場合とほぼ同程度の性能が得られた。このことは、処理音を聴取することによっても確認できた。一方、DPCM における量子化ビット数が 8 ビット以下の処理音では明らかなノイズの混入が確認された。以上より、これまでの 256 kbps (16 kHz, 16 bit) のビットレートを、抑圧量と実際の処理音の音質から考えて 96 kbps (16 kHz, 量子化ビット数 6 bit) から 128 kbps (16 kHz, 8 bit) 程度であれば、非圧縮信号を用いた場合と同程度の減衰特性を得ることができ、ビットレートの削減が可能であることが示唆された。しかしながら、量子化ビット数を小さくなるにつれて、処理音にノイズが増えるため、圧縮処理の際の雑音の低減に関しても検討する必要がある。

(3-2)波及効果と発展性など

本プロジェクトにおいて、周波数領域両耳聴モデルの応用を進めているが、今回の両耳間の通信量の圧縮は製品の高度な処理を多密に実装する際に大きな貢献が期待できる。本年の成果は本プロジェクトにとって大きな進歩といえる。

[4]成果資料

- (1) Kotaro MATSUO, Yoshifumi CHISAKI, Tsuyoshi USAGAWA, A simple howling canceller for binaural hearing aid -Efficiency in cancellation performance along with frame length FFT-, Proc. The 9th Western Pacific Acoustics Conference, Paper No.589, (CDROM), pp.1-6, 2006
- (2) Yoshifumi Chisaki, Kotaro Matsuo and Tsuyoshi Usagawa, Howling canceller for a hearing assistant system based on inter-aural level difference, Acoustical Science &

Technology, Vol.27, No.4, pp.248-251, 2006

(3) 河野 翔, 中島 栄俊, 荻木 禎史, 宇佐川 毅, 両耳間位相差およびレベル差を用いた複数音源の方位角・仰角推定手法の検討 -音源方向の 2 次元推定による周波数領域両耳聴モデルの拡張-, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.106, No.205, EA2006-46, pp.25-30, 2006

(4) 松尾 浩太郎, 荻木 禎史, 宇佐川 毅, 両耳間レベル差に基づいたハウリングキャンセラー -周波数分解能とその性能に関する考察-, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.106, No.205, EA2006-45, pp.19-24, 2006

(5) 松尾 浩太郎, 荻木 禎史, 宇佐川 毅, ハウリング抑圧機能を有する両耳補聴システム -ハウリングマージンに関する検討-, 日本音響学会 2006 年秋季研究発表会講演論文集, pp.417-418, 2006

(6) 河野 翔, 中島 栄俊, 荻木 禎史, 宇佐川 毅, 周波数領域両耳聴モデルによる音源の方位角および仰角の同時推定に関する検討, 日本音響学会 2006 年秋季研究発表会講演論文集, pp.479-480, 2006

(7) Yoshifumi Chisaki, Kotaro Matsuo and Tsuyoshi Usagawa, Howling canceller using interaural level difference for binaural hearing assistant system, Acoustical Science & Technology, Vol. 28, No.2, pp.90-97, 2007

(8) Yoshifumi Chisaki, Kotaro Matsuo, Katsumori Hagiwara, Hidetoshi Nakashima and Tsuyoshi Usagawa, Real-time processing using the frequency domain binaural model, Applied Acoustics. (in press)